

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-110029

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/66

H01F 10/12

(21)Application number : 11-286325

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 07.10.1999

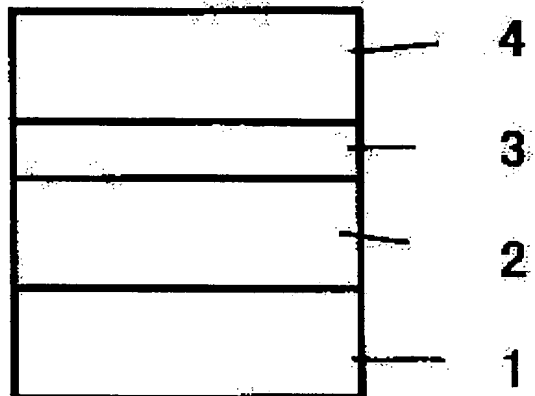
(72)Inventor : KIYOUHO MASANORI
MICHIJIMA MASASHI
HAYASHI HIDEKAZU
NAMIKATA RYOJI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the thickness of a protective film on a rare earth-transition metal amorphous film without lowering corrosion resistance.

SOLUTION: A 2nd magnetic layer 3 comprising a Co- or Fe-based perpendicular magnetic recording film is interposed between a 1st magnetic layer 2 comprising an amorphous rare earth-transition metal film and a protective film 4. The thickness of the protective film can be reduced without lowering corrosion resistance and the objective high density perpendicular magnetic recording medium excellent in thermal stability can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-110029
(P2001-110029A)

(43)公開日 平成13年4月20日(2001.4.20)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード*(参考)

G 1 1 B 5/66

G 1 1 B 5/66

5 D 0 0 6

H 0 1 F 10/12

H 0 1 F 10/12

5 E 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-286325

(22)出願日 平成11年10月7日(1999.10.7)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 享保 昌則

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 道嶋 正司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74)代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

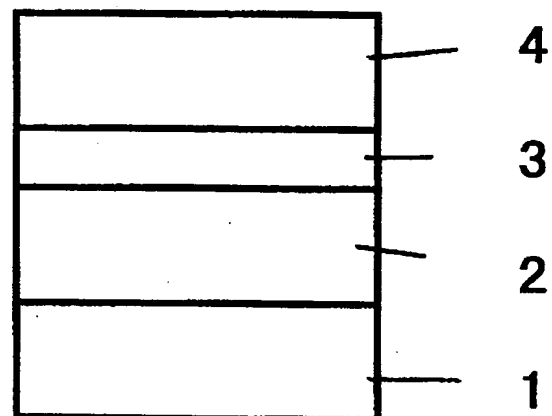
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体

(57)【要約】

【課題】 従来の希土類-遷移金属非晶質膜においては、耐蝕性を低下させることなく保護膜膜厚を低減することが困難であった。

【解決手段】 希土類-遷移金属非晶質膜からなる第1磁性層2と保護膜4との間にC o系あるいはF e系垂直磁気記録膜からなる第2磁性層3を挿入することにより、耐蝕性を低下させることなく、保護膜膜厚を低減することが可能となり、熱安定性に優れた高密度垂直磁気記録媒体を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、磁性層、保護膜を順に積層した磁気記録媒体であって、

前記磁性層は、基板側から第1磁性層、第2磁性層からなり、

前記第1磁性層は、垂直磁気異方性を有し、軽希土類と重希土類と3d遷移金属とから構成される非晶質合金であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 前記第2磁性層は、CoまたはFeを含む垂直磁化膜であることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】本発明は磁気記録に用いられる垂直磁気異方性を有する磁気記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスクなどの磁気記録装置においては、高密度、高記憶容量化の要求が強くなっている。このような記録密度の向上に伴ない、記録ビットが微細化して、薄膜磁気記録媒体を構成する結晶粒の寸法に近づくようになり、そのために各結晶粒が単磁区的に振る舞う程度に結晶粒間の磁気的分離を促進させる必要がある。さらに、1ビットに含まれる結晶粒の数が減少するとノイズが増えるため、記録密度の向上に伴って、結晶粒径も小さくする必要がある。しかしながら、結晶粒が微細化しすぎると、熱揺らぎによる磁化の不安定性を招くことになる。

【0003】記録磁化の熱的安定性について、マイクロマグネティックス・モデルに基づいて計算機シミュレーションで検討した結果が報告されている（「垂直記録媒体、長手記録媒体の熱揺らぎのモンテカルロシミュレーション」上坂保太郎他 信学技報 MR96-37 1996-11）。

【0004】これによると、面内磁気記録、垂直磁気記録のいずれの記録方式でも、熱的安定性の指標 $K_u V / k T$ が100以下となると、記録磁化の減少が起るとされている。ただし、 K_u は磁気異方性エネルギー、 V は磁化が反転する単位となる活性化体積、 k はボルツマン定数、 T は絶対温度である。従って、記録磁化の熱揺らぎによる劣化に対しては、媒体膜厚を大きくとれる垂直磁気記録媒体の方が有利であると予想されている。

【0005】上記の報告結果に基づき、 $CoCrPt$ および $CoCrPtTa$ 合金の垂直磁気記録媒体について、記録密度特性や媒体ノイズ特性等の検討結果が報告されており（「MRヘッドと単層垂直媒体を用いた高密度磁気記録」二本正昭他 日本応用磁気学会誌 Vol. 21 No. 6 pp950-958 1997）、記録密度が $30 \sim 40 \text{ Gb/in}^2$ では、 $K_u V / k T$ の値は、面内磁気記録の40程度に対して、垂直磁気記録では130程度と増加している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、臨界値の100を考慮すると、更なる改善が必要とされる。また、 $K_u V / k T$ の値を求める際に、 K_u の値は単結晶磁性薄膜を用いて実験で決定された値が使用されているが、活性化体積 V については結晶粒径と媒体の膜厚から推定した値が使用されており、上記の値の信頼性は不十分と考えられる。また、面内磁気記録媒体及び垂直磁気記録媒体のいずれにおいても、結晶質材料を使用している限り、媒体ノイズを低下させるために結晶粒径を低減させると、熱揺らぎの影響が増加するという問題は本質的に回避することが困難である。

【0007】そこで、非晶質の垂直磁気記録媒体に着目した。非晶質材料では結晶粒が存在しないため、活性化体積 V は粒径には支配されなくなる。従って、大きな活性化体積 V を持つことが可能であり、結晶質材料に比べて、熱揺らぎの影響を受け難いと予想されるからである。

【0008】非晶質の垂直磁気記録媒体としては、光磁気記録媒体がよく知られている。しかしながら、光磁気記録媒体では、重希土類金属と3d遷移金属の合金が用いられており、室温付近に補償温度を調整して保磁力 H_c を分散させ、記録を保持している。そのため、室温では、重希土類金属と3d遷移金属の磁気モーメントは打ち消しあい、飽和磁化 M_s は小さく、磁気ヘッドで記録再生する磁気記録媒体には使用できない。これは、磁気ヘッドで記録再生される磁気記録媒体では、大きな飽和磁化を有し、室温である程度の保磁力を有するものでなければならないからである。

【0009】一方、軽希土類金属と3d遷移金属の合金では、磁気モーメントが平行に結合するため、大きな飽和磁化 M_s が得られる。このような例として特開平5-54358号公報の実施例に $Nd_{11}Co_{89}$ 非晶質合金膜が報告されている。しかしながら、このような合金薄膜を使用すると、媒体ノイズが低下することは報告されているが、熱揺らぎの影響については記載されていない。また、明細書には明確な記載はないが、記載されている媒体ノイズの原因及び上記の合金組成から、面内磁気記録媒体と推測される。

【0010】また、軽希土類金属と3d遷移金属の合金で、非晶質の垂直磁気記録媒体としては、 $PrCo$ の例が報告されている（「MAGNETIZATION, CURIE TEMPERATURE AND PERPENDICULAR MAGNETIC ANISOTROPY OF EVAPORATED $Co-RARE EARTH AMORPHOUS ALLOY FILMS$ 」M. TAKAHASHI et al. J. MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS Vol. 75 pp252-262 1988）。しかしながら、上記の $PrCo$ につい

て、実際に磁気記録媒体を作成して特性を測定したところ、非晶質でかつ垂直磁気異方性を示す全組成領域において、保磁力 H_c が約2000eと小さく、磁気記録媒体として使用することができなかった。

【0011】また、通常、磁気記録媒体には磁性膜を磁気ヘッドによる摺動から保護する目的で保護膜が設けられている。この保護膜には、DCスパッタリングで作成されるC系膜が最も一般的に用いられており、その他には、耐久性向上のためにカーボン保護膜中に水素を添加したものや、RFスパッタリング、炭化水素ガスを用いたCVD法で形成する方法などが知られている。

【0012】磁気記録の高密度化を実現するための技術として一つには、磁気記録媒体の磁性膜と磁気ヘッドの距離をより小さくすることが考えられる。磁性膜と磁気ヘッドの距離をより小さくするための最も有効な手段としては、保護膜を薄膜化することが考えられる。

【0013】しかしながら、保護膜の厚みを薄くしすぎてしまうと磁気記録媒体表面の微細な凹凸を完全に被覆することができなくなり、磁性層が磁気記録媒体表面に露出してしまう。そのために磁性層が部分的に酸化され、磁気特性の低下を招いたり、潤滑性が低下してヘッドディスク間のクラッシュの原因となる。

【0014】特に、希土類-遷移金属非晶質膜を磁気記録媒体に用いた場合、希土類元素は非常に酸化されやすいため、耐蝕性を保持しながら保護膜の膜厚を薄くすることが非常に困難である。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題の解決を目的としてなされたものであって、第1発明は、基板上に、磁性層、保護膜を順に積層した磁気記録媒体であって、前記磁性層は、基板側から第1磁性層、第2磁性層からなり、前記第1磁性層は、垂直磁気異方性を有し、軽希土類と重希土類と3d遷移金属とから構成される非晶質合金であることを特徴とする磁気記録媒体である。

【0016】また、第2発明は、前記第2磁性層は、CoまたはFeを含む垂直磁化膜であることを特徴とする第1発明の磁気記録媒体である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。

【0018】【実施例1】図1は本発明の垂直磁気記録媒体の構成図である。図1に示すように、垂直磁気記録媒体は、基板1上に第1磁性層（磁気記録層）2、第2磁性層（磁気記録層）3、保護膜4を順に積層したものである。基板1としてはガラス基板（コーニング社製：#7622）を用い、 3×10^{-7} Torr以下まで排気後、同一真空中で第1磁性層2、第2磁性層3及び保護膜4を順に形成した。

【0019】ここでは、第1磁性層2としてPrTbCo

合金膜、第2磁性層3としてCoCrPt合金膜を用い、保護膜4にはC膜を用いた。また、PrTbCo合金膜及びCoCrPt合金膜の各組成は、Pr、Tb、Co、 $Co_{0.3}$ 、 $Co_{0.2}$ Cr $_{1.0}$ Pt $_{1.0}$ とし、それぞれCoターゲット上にPr、TbあるいはCr、Ptのペレットを配置した複合ターゲットを用いて作成した。なお、各合金の組成は上記に限定されるものではない。

【0020】次に、PrTbCo合金膜、CoCrPt合金膜およびC膜の成膜方法および成膜条件について説明する。

【0021】いずれの膜もDCマグネトロンスパッタ法を用い、Arガス圧=5mTorr一定として、PrTbCo合金膜、CoCrPt合金膜はPower=620mW/cm²、C膜はPower=86mW/cm²の成膜条件で形成した。その際、CoCrPt合金膜作成時には、結晶粒径や磁気異方性の制御を行うため、DCバイアス電圧を-50V印加しながら成膜を行った。

【0022】なお、比較のために、第2磁性層3であるCoCrPt合金膜を除いた、つまり基板1に第1磁性層2、保護膜4を形成した垂直磁気記録媒体についても、上記と同様の成膜条件で作成した。

【0023】膜厚については、PrTbCo単層膜の磁気記録媒体の場合はPrTbCo合金膜を500Åとし、PrTbCo/CoCrPt積層膜の磁気記録媒体の場合は、PrTbCo合金膜を400Å、CoCrPt合金膜を100Åの積層膜とした。また、C膜の膜厚はそれぞれ20、50、100、200Åとした。

【0024】上記の方法で得られたPrTbCo単層膜およびPrTbCo/CoCrPt積層膜は非晶質であるため、熱的安定性の指標KuV/kTを評価する上で、活性化体積Vを従来のように結晶粒径から評価することができない。そこで、レマネンス保磁力の磁場印加時間依存から求められる揺らぎ場Hfを用いて熱的安定性を評価した。なお、これについては、「CoCrTaおよびCoCrPt薄膜媒体の磁気粘性とノイズ特性」山中一助他 信学技報 MR95-13 1995-06 に記載されている。揺らぎ場Hfの場合は、熱的安定性の指数KuV/kTの場合とは逆に、その値が低いほど熱的安定性が優れていると考えられる。この方法を用いれば、結晶粒径のようなミクロな測定を必要とせず、マクロな磁気特性の測定から直接Hfを決定できる利点がある。

【0025】まず、PrTbCo単層膜の磁気記録媒体およびPrTbCo/CoCrPt積層膜の磁気記録媒体の飽和磁化Ms、保磁力Hc、垂直磁気異方性エネルギーK₁およびゆらぎ場Hfについて表1に示す。なお、表1中には、比較のために、従来のCoCrPt単層膜の磁気記録媒体の各特性についても示した。

【0026】

【表1】

	Ms (emu/cc)	Hc (Oe)	K _⊥ (erg/cc)	Hf (Oe)
PrTbCo	300	3200	1.0E+07	10.2
PrTbCo/CoCrPt	320	3000	8.8E+06	13.8
CoCrPt	400	3000	3.3E+06	35.2

これにより、PrTbCo単層膜の磁気記録媒体は従来のCoCrPt単層膜の磁気記録媒体と比べて、垂直磁気異方性エネルギー K_{\perp} が 1×10^7 と非常に大きく、且つゆらぎ場Hfが小さいため高密度記録に適していることがわかる。このことは、PrTbCo/CoCrPt積層膜の磁気記録媒体についても同様であり、PrTbCo/CoCrPt積層化による磁気特性の劣化は小さいと判断できる。

【0027】さらに、上記測定結果をもとに、従来の結晶質媒体の場合と同様に、揺らぎ場Hfの測定値より活性化体積 $V (= kT/HfMs)$ を求め、磁気異方性エネルギー K_u の測定値を用いて、 $K_u V / kT$ の値を求めると、従来の結晶質媒体の値(CoCrPt: 40~60)に比べ、PrTbCo単層膜の磁気記録媒体で3000以上、PrTbCo/CoCrPt積層膜の磁気*

*記録媒体でも約2000という非常に大きな値が得られた。このことから、PrTbCo単層膜の磁気記録媒体およびPrTbCo/CoCrPt積層膜の磁気記録媒体の熱的安定性が非常に優れていることがわかる。

【0028】次に、PrTbCo/CoCrPt積層膜の磁気記録媒体、及びPrTbCo単層膜の磁気記録媒体の耐蝕性の保護膜厚依存性について表2に示す。耐蝕性の検討は各薄膜を1規定の食塩水中に20分間浸漬した後、85℃85%RH(相対湿度)中で3時間の時効処理を行い、光学顕微鏡を用いて孔食の観察をすることによって行った。なお、表中には比較のために、従来のCoCrPt膜の磁気記録媒体の各特性についても示した。

【0029】

【表2】

C膜膜厚(Å)	20	50	100	200
PrTbCo	孔食多	孔食多	孔食少	孔食少
PrTbCo/CoCrPt	孔食少	孔食少	孔食なし	孔食なし
CoCrPt	孔食少	孔食少	孔食なし	孔食なし

これにより、PrTbCo単層膜の磁気記録媒体の場合はC膜の膜厚が20、50、100、200Åのいずれも孔食が多数確認され、特に50Å以下では他の膜との比較上、孔食がもっとも進行していることが確認された。一方、PrTbCo/CoCrPt積層膜の磁気記録媒体の場合は、C膜の膜厚が100Å以上では孔食はほとんど確認されず、50Å以下においてもPrTbCo単層膜の場合に比べて観測された孔食の数及び大きさは非常に少なかった。また、従来のCoCrPt膜の磁気記録媒体については、C膜の膜厚が100Å以上では孔食はほとんど確認されなかった。

【0030】以上の結果より、PrTbCo非晶質合金膜とC保護膜との間にCo系垂直磁化膜を挿入してやることにより、PrTbCo単層膜の場合に比べて、耐蝕性を低下させることなく、C保護膜の膜厚を薄くすることが可能となり、従来の結晶質媒体よりも熱的安定性に※

※優れた垂直磁気記録媒体を作成することができる。

【0031】[実施例2] 実施例2では、実施例1と異なり、第2磁性層3としてFePt合金膜を使用し、FePt合金膜の組成を $Fe_{80}Pt_{20}$ とし、Feターゲット上にPtのベレットを配置した複合ターゲットを用いて作成した。なお、それ以外については実施例1と同様であるので、ここでは詳細は省略する。

【0032】表3に、PrTbCo単層膜の磁気記録媒体およびPrTbCo/FePt積層膜の磁気記録媒体の飽和磁化Ms、保磁力Hc、垂直磁気異方性エネルギー K_{\perp} およびゆらぎ場Hfについて示す。なお、表中には比較のために、従来のCoCrPt膜の磁気記録媒体の各特性についても示した。

【0033】

【表3】

	Ms (emu/cc)	Hc (Oe)	K _⊥ (erg/cc)	Hf (Oe)
PrTbCo	300	3200	1.0E+07	10.2
PrTbCo/FePt	400	3000	1.1E+07	12.2
FePt	800	2800	1.0E+07	27.5

これにより、PrTbCo合金膜と保護膜との間にFePt合金膜を挿入した積層膜についても実施例1同様

に、FePt合金膜の積層化による磁気特性の劣化は小さいことが分かる。

【0034】また、KuV/kTの値についても、約2500という非常に大きな値が得られ、PrTbCo/FePt積層膜の熱的安定性が非常に優れていることがわかる。

【0035】次に、PrTbCo/FePt積層膜の磁*

* 気記録媒体、及びPrTbCo単層膜の磁気記録媒体の耐蝕性の保護膜膜厚依存性について表4に示す。耐蝕性の検討は実施例1と同様の方法で行った。なお、表中には比較のために、従来のCoCrPt膜の磁気記録媒体の各特性についても示した。

【0036】

【表4】

C膜膜厚(Å)	20	50	100	200
PrTbCo	孔食多	孔食多	孔食少	孔食少
PrTbCo/FePt	孔食少	孔食少	孔食なし	孔食なし
FePt	孔食少	孔食少	孔食なし	孔食なし

これにより、PrTbCo/FePt積層膜の磁気記録媒体の場合は、C膜の膜厚が100Å以上で孔食は全く確認されず、50Å以下においてもPrTbCo単層膜の磁気記録媒体に比べて観測された孔食の数および大きさは非常に少なかった。また、従来のCoCrPt膜については、C膜膜厚100Å以上では孔食は確認されなかった。

【0037】以上の結果より、PrTbCo非晶質合金膜とC保護膜との間にFePt系垂直磁化膜を挿入してやることにより、PrTbCo膜単層の場合に比べて、耐蝕性を低下させることなく、C保護膜の膜厚を薄くすることが可能となり、従来の結晶質媒体よりも熱的安定性に優れた垂直磁気記録媒体を作成することができる。

【0038】本発明の特徴は、従来の媒体に比べて熱的安定性に優れていると考えられる希土類-遷移金属非晶質膜を磁気記録媒体に用いる際に、従来のCo系あるいはFePt系垂直磁化膜を保護膜との間に挿入することによって、耐蝕性を低下させることなく、C保護膜の膜厚を薄くすることを可能にすることにある。

【0039】希土類-遷移金属非晶質膜の材料については、特願平11-181040号、特願平11-181041号、特願平11-264961号にてすでに出願している。従って、第1磁性層としては、上述したPrTbCo合金膜に限定されるものではなく、Pr以外の軽希土類金属（例えば、Ce、Nd、Sm）、Tb以外の重希土類金属（Gd、Ho、Er、Dy）、Co以外の3d遷移金属（Fe）を用いても構わず、同様の効果を得ることができる。

【0040】また、第2磁性層においても、上述の実施例で述べたCoCrPt合金膜あるいはFePt合金膜に限定されるものではなく、従来のCoおよびFeを主成分とするCo系あるいはFePt系の垂直磁化膜を用いた場合にも同様の効果を得ることができる。

【0041】また、上述の各実施例においては、保護膜14としてC膜を使用した。Ta、アルミナ等の他の無機材料も使用可能であることは明らかである。

【0042】さらにまた、その上に潤滑層を形成して使

用することも可能である。さらに、基板と第1磁性層の間に酸化防止層等を追加することも可能である。

【0043】また、上述の各実施例においては、基板11としてガラス基板を使用した。アルミ合金、セラミックス、プラスチック等の他の基板、あるいは、これらに表面処理を施した基板等を使用することもできる。また、ガラス基板のようにリジッドな基板のみならず、フレキシブルな基板を使用することも可能である。

【0044】また、垂直磁気記録媒体の他の例として、基板と第1磁性層との間に第3磁性層を形成し、磁気ヘッドとこの第3磁性層で、記録層となる第1及び第2磁性層を挟み込む形態の媒体が考えられる。なお、第3磁性層には、Ni-Fe合金膜、Co-Fe合金膜、Fe-Al-Si合金膜、Co-Zr-Nb合金膜などを用いることができる。

【0045】このようにすることによって、記録にリング型磁気ヘッドを用いた場合にも、垂直方向に急峻な記録を行うことができる。また、記録に単磁極ヘッドを用いた場合には、第3磁性層は二つ目の磁極の役割を果たすと同時に、磁束を還流させる磁路を形成する。従って、単磁極ヘッドを用いると、リング型磁気ヘッドを用いた場合よりもトラック幅方向の磁界の漏れが少なくなり、トラックピッチを狭くできるため、さらに記録密度を高めることが可能になる。

【0046】

【発明の効果】以上のように、本発明では、耐蝕性を低下させることなく、希土類-遷移金属非晶質膜を垂直磁気記録媒体に用いることが可能となり、従来の結晶質磁気記録媒体に比べ、熱擾乱に強く、高密度化が可能な垂直磁気記録媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における磁気記録媒体の構造断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 第1磁性層
- 3 第2磁性層

20

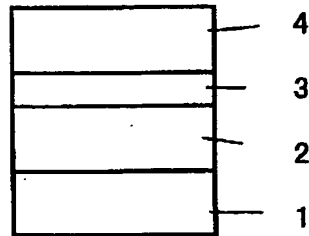
30

40

50

4 保護膜

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 林 秀和

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 南方 量二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

F ターム(参考) SD006 BB01 BB05 BB07 BB08 DA03

EA03 FA01 FA09

5E049 AA01 AA04 AC01 AC05 BA06

BA12 CB01 CC01 DB04 GC01